



Antarctic research – geophysical mini-profiling for rocks differentiation based on radioactivity and magnetic susceptibility

Boyko Ranguelov¹,

¹ Geology Faculty, MGU, Sofia, BULGARIA; e-mail: branguelov@gmail.com

Key words: Geophysical investigations, radioactivity, susceptibility, Antarctica

Abstract: The paper presents the general results and some illustrative data about the measured radioactivity (RA) and magnetic susceptibility (MS) of almost all rocks formations located around the Bulgarian Antarctic Base (BAB) “St.Kl.Ohridsky” at the Livingstone Island – South Shetlands – Antarctica. It is clearly presented that the in situ measurements following certain methodic with the selected and reliable equipments can serve as differentiation tool of the different rock formations directly on the field. The surprising result was the establishment of the rock formation (Meyers-Bluff complex) with an increased radioactivity over three levels of the background. The laboratory tests of the selected samples show that this increment is due to the increased content of K^{40} and Th^{232} .

Антарктически изследвания – геофизично минипрофилиране за разпознаване на скални комплекси с различни геофизични характеристики по магнитна възприемчивост и радиоактивност

Бойко Рангелов

Увод

Регулярните експедиционни измервания в района на Българската Антарктическа База (БАБ) дават възможност за комплексни геофизични изследвания – регионални и локални, за целите на геологията, разпределенията на различните геофизични полета и др. По време на експедицията 2011-2012 година, основното внимание на геофизичния проект, беше насочено към използването на надеждни геофизични методи, основащи се на контрастните физични свойства на скалите, разкриващи се в района на БАБ и по-конкретно тяхната радиоактивност и магнитна възприемчивост. (B. Ranguelov, M. Velikova, I. Karabelyova., 2012, Рангелов Б., М.Великова, И.Карабелъова., 2012.)

Доколкото скалите в района на БАБ са много разнообразни (Ranguelov B., 2001, Рангелов, 2001) по вид (седиментни, метаморфни и магмени) и по състав, то се очакваше, те да проявят тези си различия и в интегралните си характеристики на естествена радиоактивност (РА) и принудена магнитна възприемчивост (МВ). За целта бяха проведени поредица от измервания на скали с различни видими характеристики (цвет, ясни граници между скалните разновидности, видима твърдост, изветряне и др.) с цел съставяне на обучаваща извадка и последващо приложение в условия, където видимите различия не съществуват. Това изглаждане се получава вследствие на изветрянето, ледниковата преработка и други фактори премахващи в голяма степен видимите различия. За да бъдат диференцирани различните скални комплекси е използван предварителен модел за контрастност по различните физични свойства на различните скални формации (Рангелов Б., Р.Гюров, А. Близнаков., 2002, Ranguelov B., 2002). Този подход се оказва правилен и ефективен. Попътно бяха реализирани и други полезни практики, като откриване на погребани скални късове сред пирокластитните пясъци с различни свойства от тези на вместващата среда и установяване на различия вследствие на хидротермални промени (особено в дайковите скали). Калцитните жили – винаги бели на цвят на сушата, също бяха идентифицирани и разграничени от пегматитовите.



Техника и методика на измерванията

Използуваните технически средства за измервания на радиоактивността и магнитната възприемчивост са стандартни за геофизични измервания от подобен вид.

За измерванията на радиоактивността е използван стандартен портативен интегрален дозиметър МКС с възможности за измерване на естествения гама и бета фон в единици на интегрална доза. Никъде по време на измерванията не бяха установени бета източници. Апаратурната точност на единично измерване е 0.01 mкSv/h, а диапазонът е от 0.01 mкSv/h до 100 mкSv/h, като единично измерване продължава около 1 мин.

За измерване на магнитната възприемчивост е използван портативен полеви прибор КТ-10 на фирмата TERRAPLUS с апаратурна точност от 0.001×10^{-3} SI единици и диапазон на измерване от 0 до 999×10^{-3} SI. Единичното измерване е с продължителност от около 30 сек.

Измерванията и по двата параметъра – РА и МВ са извършвани едновременно и успоредно, като за целта са подбирани гладки повърхности и са спазвани еднакви условия на единичното измерване – еднакъв натиск върху скалната повърхност при измерване на МВ, равна повърхност и еднаква геометрия при измерване на РА и др.

Методиката на измерване е наречена условно – „минипрофилиране“, доколкото разстоянията между точките на измерване варират от 10-15 см до 40-50 см. От всяка скална разновидност на всеки профил е вземана и скална проба за лабораторни изследвания – направа на шлифи за скална и рудна идентификация, химически анализ, рентгено-структурен анализ, спектрометрични изследвания на радиоактивността и др. За достоверност на измерванията, почти всеки измерен профил е фотодокументиран, а профилите впоследствие привързани към геоложката карта на района в мащаб 1:5 000.

Резултати и обсъждане

Получените резултати от измерванията са представени таблично (Таблица на измерванията) накрая, а част от резултатите от измерванията - графично (фигури 1-9), с цел да се запази основната първична документация и тя да може да бъде използвана от други изследователи за други цели, доколкото получените данни са уникални и измерванията *in situ* трудно повтаряеми.

Получените данни позволяват да бъдат очертани следните особености на наблюденията и получените от измерванията резултати:

Скалните разновидности с различен състав показват доста контрастни свойства по отношение на РА и МВ. Обобщените стойности на РА и МВ за различните скали разкриващи се в околностите на БАБ са обобщени и представени в табл. 1.

Най-силно променливи са свойствата на дайките, особено по отношение на МВ. Тази изменчивост се свързва с хидротермалната промяна на тези скали.

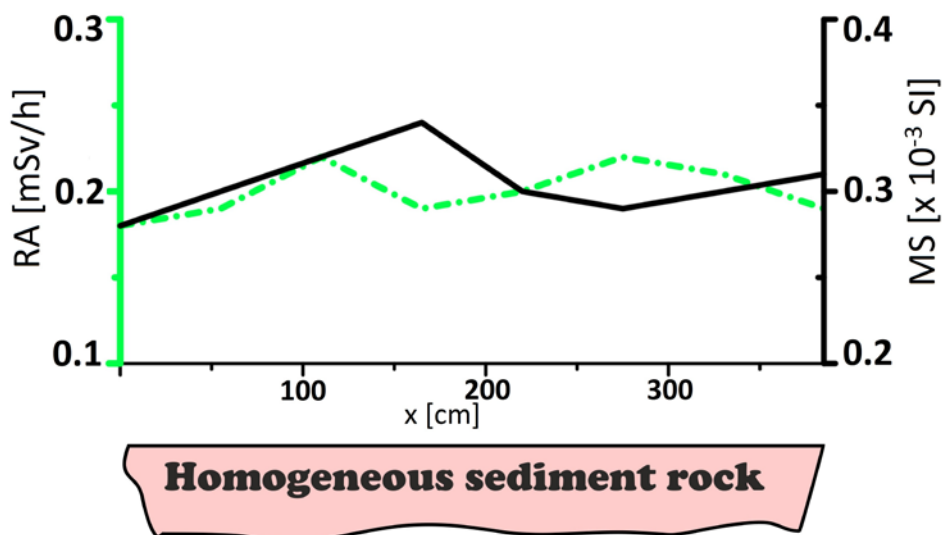
Доколкото основен източник на местните срутища се продуктите от изветрянето на седиментите на формацията Майерс-Блъф, на тези скални разновидности беше обарнато основно внимание по отношение на изследваните геофизични параметри. По отношение на магнитната възприемчивост, тези скални разновидности се характеризират с относително ниски стойности – $0.1-1.0 \times 10^{-3}$ SI.

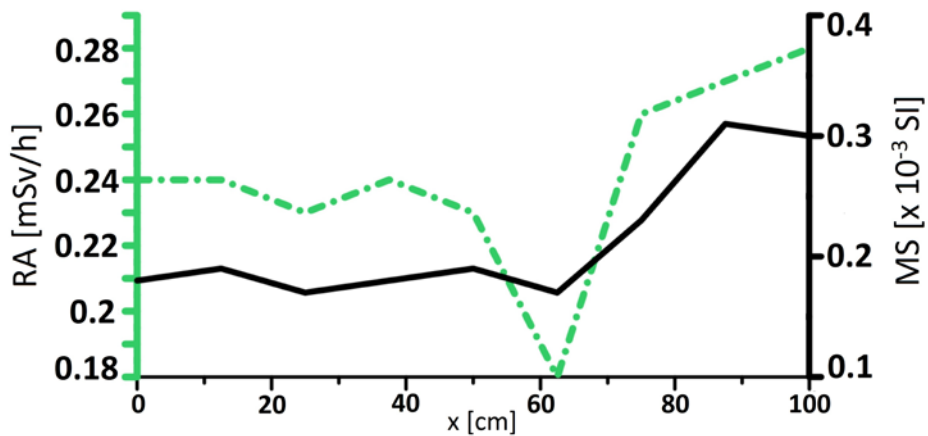
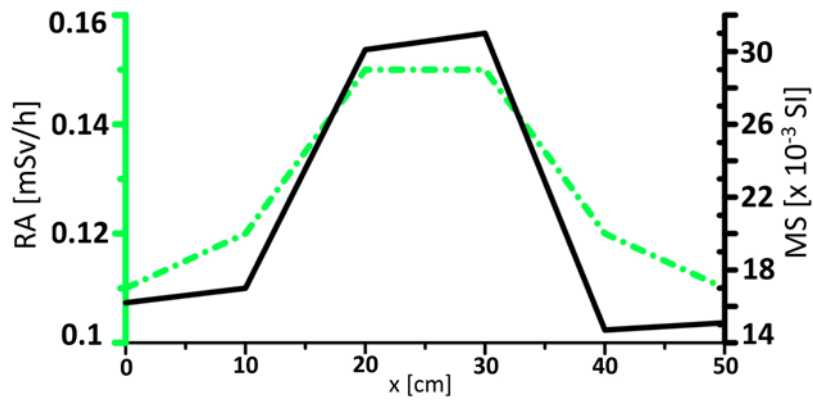
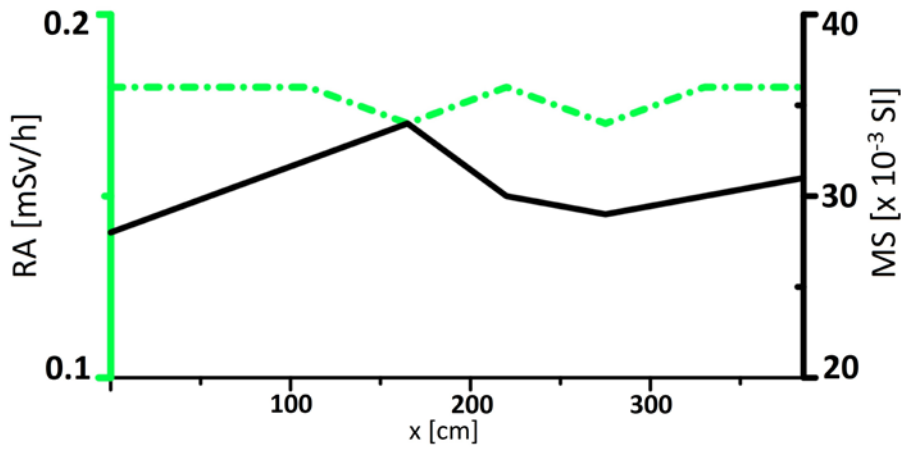
Изненада представляват високите стойности на радиоактивния фон на седиментите от формацията Майерс-Блъф. Допълнителните изследвания на тази радиоактивност са извършени на спектрометър в РА лаборатория на МОСВ и показаха, че тя се дължи на повишени съдържания на K^{40} (образец №3) и Th^{232} (образец №2) – и двата образеца са взети *in situ*, докато най-слабо активният образец №1 е от плажните отложения (т.е. – най-вероятно е претърпял транспорт), като за сравнение е избран такъв, с включение от белемнит. Опитите да бъдат установени влияния от аварията във Фукушима от 2011 г., чрез изследване на органични образци – мъхове събрани в района на БАБ, не бяха успешни. Никакви следи от радиоактивни изотопи, характерни за подобни ядрени инциденти не бяха установени. Бяха извършени и полеви измервания на неспоени седименти (пирокластити), масови измервания върху леда и единични измервания на вода. Характерно за измерванията върху леда е ниският радиоактивен фон, поради постоянно духащия вятър (не позволява задържане на радона) и дебелината на самия лед. Бяха измерени изключително ниски стойности на фона, доближаващи се до доминиран ефект само от космическо лъчение.

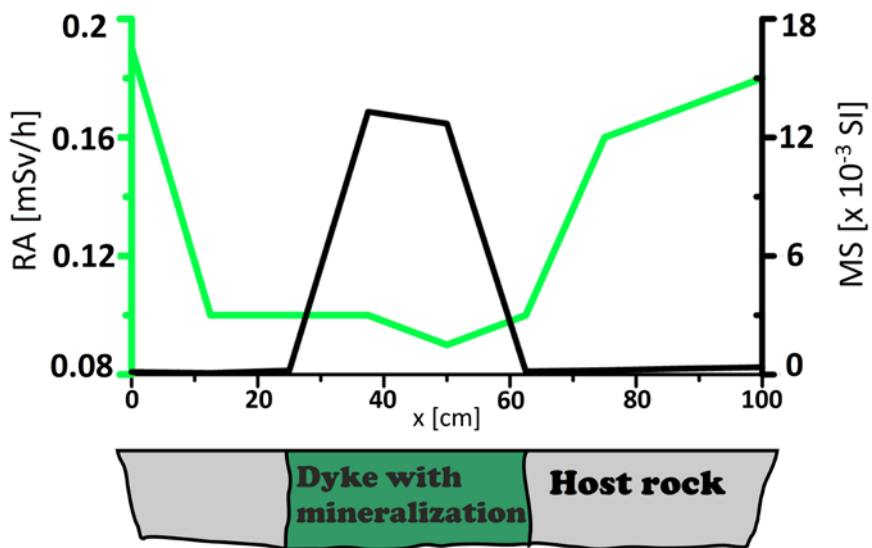
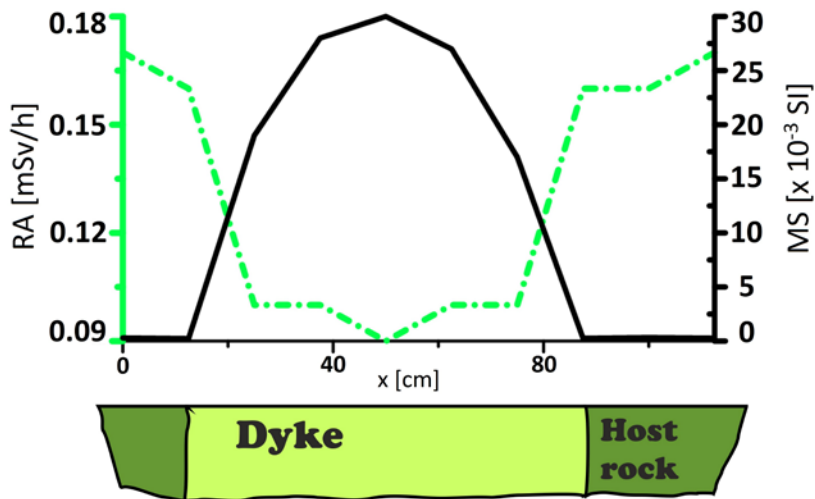
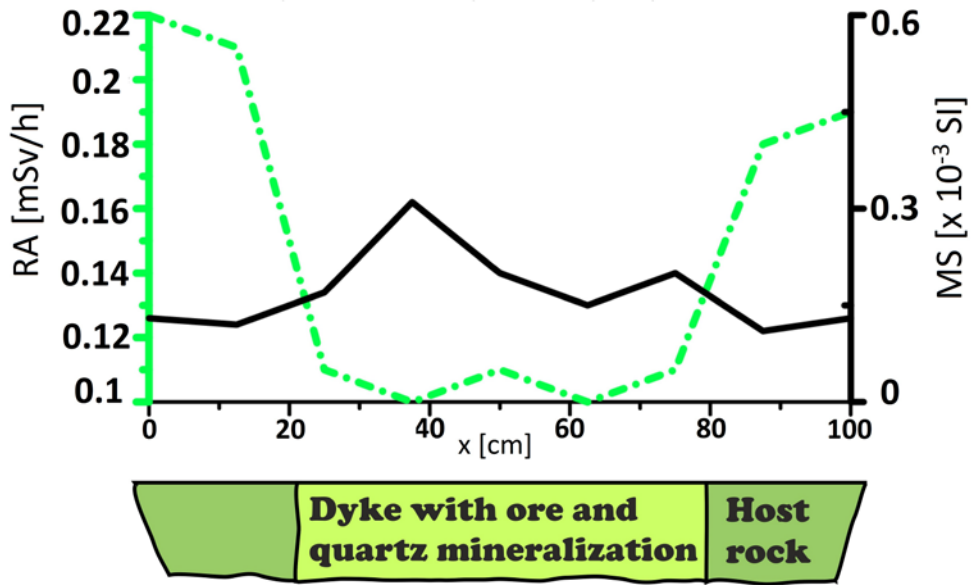
Табл. 1. Диапазон на РА и МВ за различните скали в района на БАБ.

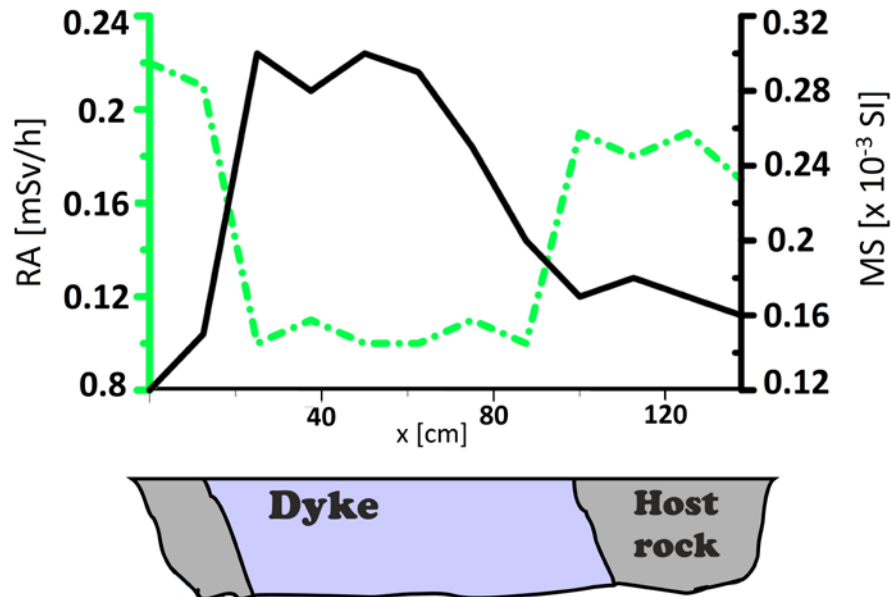
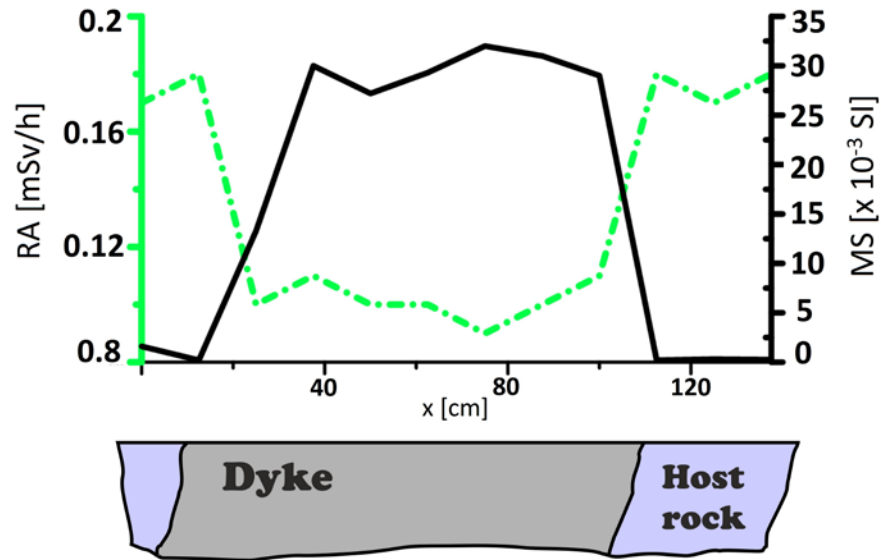
Обект/Свойства	Радиоактивност [мкSv/h]	Магнитна възприемчивост [$\times 10^{-3}$ SI]	Местоположение
Лед/Вода	0.05-0.06	0	О-в Ливингстън
Пясък	0.12-0.13	4.1-4.9	О-в Ливингстън
Седименти	0.20-0.30	0.1-0.7	О-в Ливингстън
Диорит	0.10-0.12	20-30	О-в Ливингстън
Дайки:			О-в Ливингстън
Непроменени	0.09-0.12	50-60	О-в Ливингстън
Малко променени	0.08-0.13	11-25	О-в Ливингстън
Много променени	0.09-0.13	0.4-0.6	О-в Ливингстън
Полиметална руда	0.10-0.12	15-20	О-в Ливингстън
Калцит	0.15-0.18	0.01-0.05	О-в Ливингстън
Пегматит	0.12-0.14	0.2-0.8	О-в Ливингстън

Илюстративни графики от измерванията на различни скални комплекси. На абсцисата са нанесени разстоянията по профила. Лявата ордината представя радиоактивността, а дясната – магнитната възприемчивост.









Изводи и заключение

- Направените изследвания показват ефективността на експерименталните измервания и получаваните резултати по методиката на минипрофилирането.
- Магнитната възприемчивост и естествената радиоактивност са физични свойства на скалите, които могат да се използват за скалната диференция *in situ* на право в полеви условия. Това е полезна практика, която силно подпомага изследователите около БАБ, защото може да се извършва с портативна апаратура, с достатъчна точност и в тежките условия на о-в Ливингстън.
- Налага се убеждението, че вземането на проби от скалните разновидности от профилите на измерванията, могат силно да подпомогнат интерпретацията на получаваните данни и резултати.



Литература

- Ranguelov B., 2001., Seismic signals registered on the Livingstone Island (Antarctic South Shetlands) and some implications for the seismic hazard purposes., Alb. Journal of Natural & Technical Sciences., (1), p. 131-139.
- Рангелов Б., 2001, Дистанционни и наземни наблюдения при изучаване на геодинамиката на о-в Ливингстон, Антарктида., Сб.Докл. Юб.н.сесия "40 г. от първия полет на човек в Космоса. т.2, с.209-216.
- Рангелов Б., Р. Гюров, А. Близнаков., 2002, Природни опасности на о-в Ливингстон и методи за защита от тях., Сб.Докл. межд. конф. "ВСУ2002", 29-31 Май., София, сек.VI, с. 7-11.
- Ranguelov B., Complex geological and geophysical investigations in Antarctica., Ann. of the M&G University., Sofia, 2002, pp. 117-120.
- B. Ranguelov, M. Velikova, I. Karabelyova., 2012. Geophysical measurements in situ (radioactivity and magnetic susceptibility) of the rocks around BAB – Livingstone Island (South Shetlands – Antarctica)., 3rd Geosciences Intl. Stud. Conf. 29-30 May, 2012, Belgrade. (poster)
- Рангелов Б., М. Великова, И. Карабелова., 2012. Геофизични изследвания (данни и резултати) на остров Ливингстон (Антарктида)., Сб. научни доклади – Дни на физиката 2012 г. София, 24-28 Април 2012. с. 131-138.

